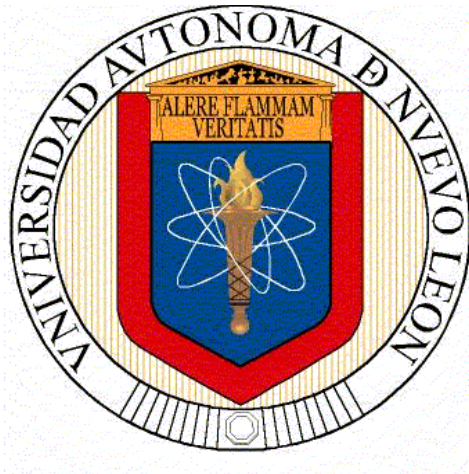


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



TESIS

**SELECCIÓN DE ESPECIES NATIVAS DEL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS**

POR

JOSÉ ANTONIO VEGA LÓPEZ

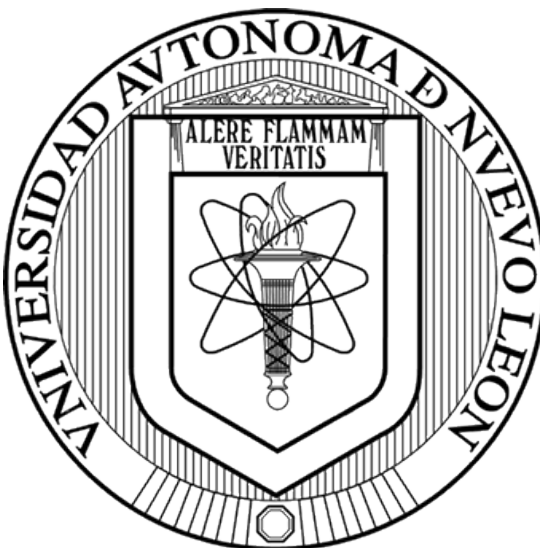
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

JULIO 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



**SELECCIÓN DE ESPECIES NATIVAS DEL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS**

Por:

ING. JOSÉ ANTONIO VEGA LÓPEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES

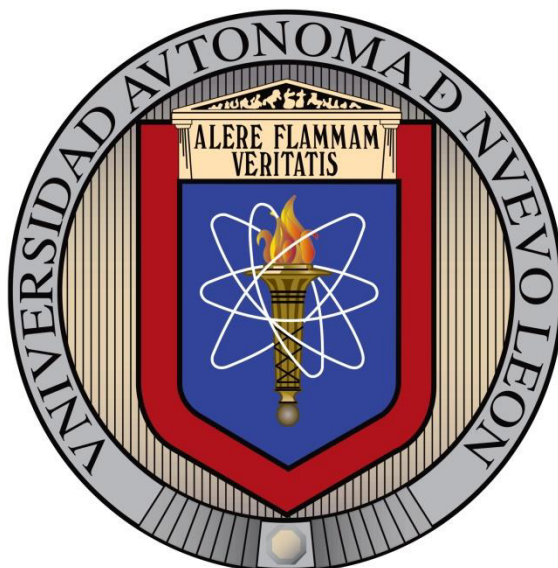
Linares, Nuevo León, México

Julio de 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



**SELECCIÓN DE ESPECIES NATIVAS DEL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS**

Por:

ING. JOSÉ ANTONIO VEGA LÓPEZ

Como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES


Linares, Nuevo León, México

Julio, 2016

**SELECCIÓN DE ESPECIES NATIVAS DEL MATORRAL ESPINOSO
TAMAULIPECO PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS**

Aprobación de tesis

Comité de tesis



Dr. Eduardo Alanís Rodríguez

Director



Asesor

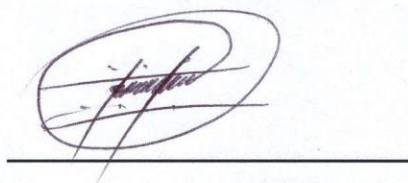


Asesor



Asesor Externo

Manifiesto que la presente investigación es original y fue realizada para obtener el grado de Maestría en Ciencias Forestales, donde se utiliza la información de otros autores otorgándole los créditos correspondientes.

A handwritten signature in dark ink, featuring a large, stylized 'J' and 'V' that loop around each other. The signature is positioned above a solid horizontal line.

Ing. José Antonio Vega López

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas e instituciones que colaboraron directa o indirectamente para el desarrollo de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Forestales (FCF), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) por haberme abierto las puertas, su dedicación y la valiosa enseñanza de todos y cada uno de los profesores.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para el desarrollo del proyecto de investigación de posgrado.

Al director de tesis Dr. Eduardo Alanís Rodríguez por su tiempo, dedicación, amistad y sabiduría brindada para culminar la investigación.

Al Dr. Javier Jiménez Pérez y la Dra. Marisela Pando Moreno por su colaboración, de formar parte del comité y por las observaciones para la mejora sustancial del escrito, así como su amistad y tiempo.

Al asesor externo Dr. Víctor Manuel Molina Guerra por todo el apoyo brindado para poder realizar las salidas a campo de manera incondicional, así como su amistad y sabiduría.

Al Dr. José Guadalupe Marmolejo Monsiváis por fungir como tutor durante el desarrollo de las actividades en esta etapa.

A la empresa TERNIUM por abrirme las puertas para realizar la investigación en las áreas bajo establecimiento de las especies rescatadas.

A mis compañeros y amigos Sergio Rosales, Martin Silva, Rigoberto Cubas, Enrique Buendía y Alejandro Robledo por su apoyo para la mejora del presente trabajo y el apoyo en campo.

Dedicatorias

A dios

Por permitir desarrollarme en el ámbito profesional, del cumplimiento de las metas, así como del compartir los mejores momentos con todos los seres queridos en las diferentes etapas.

A mis padres

Alejandro Vega Bautista y Perfecta López Chávez por sus consejos, experiencia, amor, comprensión y dedicación para el éxito durante las diferentes etapas de mi formación académica, por guiarme en el mejor camino y enseñarme a nunca rendirme ante las adversidades, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas.

A mis hermanos

Margarito Vega López, Juventino Vega López, Rafael Vega López, Alejandro Vega López, Serafín Vega López, Antonio Vega Apolinar y Teresa Vega Ramos por sus consejos, su apoyo y por depositarme su confianza para culminar una etapa más.

A la familia Vega

A mis sobrinos Alejandra, Ángel, Omar, Pablo, Jessica, Junior, tíos José Albino y familia, Antonio y familia, Ambrosio y familia, Rosa (†) y familia, a todos y cada uno muchas gracias por los momentos de alegría compartidas en las diferentes etapas de la vida.

A mis amigos y compañeros de posgrado

Sergio Rosales, Alfredo Colazo, Edmundo Villalón, Rigoberto Cubas, Angelina Bautista, Ricardo Téllez, Eleney Viveros, Astrid Mata, Dulce Niño, Martín Silva, Juan Carlos y Nubia Ramos por su amistad durante esta etapa profesional.

Índice

Índice de Tablas.....	iii
Índice de Figuras	iv
Resumen	vi
Abstract.....	vii
Introducción	1
1.1. Especies vegetales.....	1
1.2. Las zonas áridas de México	1
1.3. Restauración de ecosistemas	2
1.4. Antecedentes	4
1.5. Justificación.....	5
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Objetivos del trabajo.....	6
Materiales y Métodos.....	7
2.1. Área de estudio	7
2.2. Descripción de la zona de estudio.....	7
2.3. Muestreo de campo.....	8
2.4. Análisis estadístico	9
2.4.1. Estimación de sobrevivencia.....	9
2.4.2. Evaluación del vigor de la planta.....	9
2.4.3. Evaluación del estado sanitario.....	10
Resultados y Discusiones	12
3.1. Especies nativas estudiadas	12
3.2. Supervivencia general de especies nativas.....	13
3.3. Vigor de las especies	15

3.4. Estado sanitario.....	15
3.5. Categoría diamétrica de las especies.....	15
3.6. Descripción de supervivencia por especies.....	16
3.7. Crecimiento diamétrico por especie	18
3.8. Crecimiento en altura a un año de evaluación	21
3.9. Especies nativas idóneas para programas de rescate del matorral espinoso tamaulipeco	25
Conclusiones	26
Literatura citada	27

Índice de Tablas

Tabla 1: Listado de las especies estudiadas más abundantes en el área de estudio.	12
Tabla 2: Supervivencia general de las especies nativas.....	13
Tabla 3: Vigor de las especies nativas.....	15
Tabla 4: Evaluación fitosanitaria de las especies nativas.	15
Tabla 5: Categoría diamétrica de las plantas.....	16
Tabla 6: Individuos presentes en las evaluaciones.....	19
Tabla 7: Número de individuos presentes en las evaluaciones.	20
Tabla 8: Individuos presentes durante las evaluaciones.....	20
Tabla 9: Número de individuos presentes durante las evaluaciones.	21
Tabla 10: Individuos presentes durante las tres evaluaciones.....	22
Tabla 11: Individuos presentes durante las evaluaciones.....	23
Tabla 12: Individuos presentes en las evaluaciones.....	24
Tabla 13: Cantidad de individuos presentes durante las evaluaciones.....	24

Índice de Figuras

Figura 1: Esquema que representa un proceso sucesional (SE) y un proceso de restauración ecológica (RE) después de un disturbio (Barrera-Cataño <i>et al.</i> , 2010).....	3
Figura 2: Ubicación del área de estudio.....	7
Figura 3: Limpieza y mantenimiento del área de estudio.....	8
Figura 4: Presencia de rebrotes en la base de las plantas rescatadas.....	8
Figura 5: Toma de datos dendrométricos.	9
Figura 6: Supervivencia y estado fitosanitario de las especies.....	14
Figura 7: Supervivencia por especies después de un trasplante en matorral. ..	18
Figura 8: Crecimiento diamétrico de las especies. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)	19
Figura 9: Diferencias en el crecimiento diamétrico de las especies. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)	20
Figura 10: Comportamiento en el crecimiento en diámetro de las especies. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)	20
Figura 11: Diferencia en el diámetro de las especies doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)	21
Figura 12: Crecimiento en altura doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)	22
Figura 13: Comportamiento del crecimiento en altura doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)	23
Figura 14: Readaptación y crecimiento en altura de las especies después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)	23

Figura 15: Crecimiento y comportamiento de las especies doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$) 24

Figura 16: Importancia de las especies para la restauración del MET..... 25

Resumen

Se evaluó la sobrevivencia y desarrollo de 11 especies del matorral espinoso tamaulipeco después de un trasplante en el municipio de Pesquería Nuevo León. Fueron extraídos individuos <3 centímetros por el constante proceso del crecimiento radicular. Se realizó el censo de las especies trasplantadas realizando tres mediciones dasométricas, midiendo la altura total, diámetro a la base y sobrevivencia. Se encontró que las especies que registraron mejor porcentaje de sobrevivencia fueron *Forestiera angustifolia*, *Prosopis glandulosa*, *Castela erecta* con 100, 83 y 75 % respectivamente; en diámetro *Prosopis glandulosa*, *Leucophyllum frutescens*, *Eysenhardtia texana*, *Cordia boissieri*, *Acacia amentacea* y *Acacia farnesiana* mostraron diferencia estadística ($p < 0.05$) mostrando incrementos; mientras que en altura *Prosopis glandulosa* y *Leucophyllum frutescens* mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), para el caso de *Cordia boissieri*, *Castela erecta*, *Zanthoxylum fagara*, *Parkinsonia texana* y *Croton incanus* mostraron buena capacidad de rebrotes una vez adaptado. El crecimiento y desarrollo de las especies rescatadas depende de la respuesta de adaptación siguiendo un patrón que depende de la cantidad de agua recibida, cantidad de raíces de extracción, monitoreo y seguimiento después del establecimiento. Por lo que para acciones de restauración es importante el establecimiento de todas las especies rescatadas para mostrar la simulación de diversificación.

Palabras clave: Sobrevivencia de especies, trasplante, crecimiento en altura, crecimiento en diámetro y restauración.

Abstract

Survival and development of 11 species in the tamaulipan thorny shrubland was assessed following relocation, in Pesquería municipality, Nuevo León. Subjects <3 cm were extracted sampled, by constant radicular growth. A census of relocated species was made dasometrically, measuring total height, base width and survival. Species which revealed higher survival percentage were *Forestiera angustifolia*, *Prosopis glandulosa*, *Castela erecta* (100, 83 and 75 % respectively); *Prosopis glandulosa*, *Leucophyllum frutescens*, *Eysenhardtia texana*, *Cordia boissieri*, *Acacia amentácea* and *Acacia farnesiana* showed statistic difference ($p < 0.05$); *Cordia boissieri*, *Castela erecta*, *Zanthoxylum fagara*, *Parkinsonia texana* and *Croton incanus* showed good reshooting capacity once established. Growth and development of rescued species depends on their adaptative response which depends on water availability, extraction roots quantity, monitoring and follow-up after establishment. Establishment of all rescued species is important in restoration actions in order to simulate diversity.

Key words: Species survival, relocation, height growth, diameter growth, restoration.

Introducción

1.1. Especies vegetales

México es uno de los cinco países megadiversos, que alberga entre 60 y 70 por ciento de la diversidad conocida en el planeta, ubicado en el continente Americano, con 2 000 000 km² ocupa el quinto lugar con 25 008 plantas vasculares y el tercer lugar con cerca de 15 000 especies endémicas. Su territorio alberga fauna y flora de dos regiones biogeográficas (neártica y neotropical). Es un país tropical montañoso con un elevado número de endemismos y presenta ambientes marinos templados en el Pacífico y tropicales en el Golfo de México y Caribe, y concentra entre 10 y 15% de las especies terrestres en sólo 1.3% de la superficie ambiental (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008; Sarukhán *et al.*, 2009 y Plascencia *et al.*, 2011).

En general se ha sobreutilizado un grupo relativamente reducido de especies vegetales, tanto para uso ornamental como para reforestaciones, ya sea en zonas urbanas o rurales y la mayoría no son nativas, en cualquier parte del país se introducen indiscriminadamente especies de diferentes orígenes biogeográficos a nuevos ambientes que a largo periodo llega a reproducirse y establece una nueva población fuera de su distribución normal modificando el entorno a lo largo de varios años, afectan a las especies nativas, provocan severos daños a los servicios ambientales y a la salud pública (Segura-Burciaga, 2005 y CONABIO, 2009).

1.2. Las zonas áridas de México

En México las zonas áridas y semiáridas abarcan aproximadamente el 50% del territorio nacional, equivalente a una superficie de 95 millones de hectáreas, se caracterizan por una precipitación escasa y errática lo que limita una producción sostenida, actualmente enfrentan una problemática de sobreexplotación de sus recursos naturales (Toledo y Ordoñez, 1998; González-Medrano, 2003; Arámbula, 2005; INEGI, 2005). Los matorrales son el ecosistema más

abundante e históricamente del que se obtiene mayor número de productos en las zonas áridas y semiáridas del país (Donjuán *et al.*, 2013b).

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) cubre una superficie de 200 000 km² del noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) y sur de Texas. Abarca de la Llera de Canales y los límites sureños de la Sierra Azul en Tamaulipas al altiplano Edwards en Texas y de las faldas de la Sierra Madre Oriental hasta la costa del Golfo de México (Alanís, 2006).

Donjuán *et al.* (2013a), mencionan que el MET ha sido expuesto a diferentes actividades productivas, las cuales han causado una disminución de la cobertura vegetal y cambios en su estructura, (Alanís-Rodríguez *et al.*, 2013 y Molina-Guerra *et al.*, 2013), en la actualidad ha enfrentado una extensa deforestación producto de actividades antrópicas y el cambio en el uso de suelos en un periodo de tiempo relativamente corto, así como la invasión de especies exóticas (Vitousek *et al.*, 1997 y Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009).

1.3. Restauración de ecosistemas

El deterioro de los ecosistemas originales ha dado como resultado la pérdida de biodiversidad, aunado a estas causas, surge la necesidad de la restauración de los ecosistemas, que en la práctica es la restauración ecológica del proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido (Figura 1) (Hobbs y Norton, 1996; SER, 2004; Aguilar-Garavito y Ramírez, 2015). Este funciona a muchos niveles diferentes y con frecuencia no implica algo más que la reintroducción de los paisajes y las especies nativas (SER, 2004). Por lo que la reintroducción de plantas es una estrategia que asegura su crecimiento porque ha pasado una etapa en su desarrollo (Fernández *et al.*, 2010).

La conservación tiene una de sus vertientes más urgentes en la restauración de ecosistemas que, en mayor o menor medida, ya se encuentran alterados y en México representan más de la mitad del territorio nacional. No existe un

recetario para la restauración ecológica y probablemente nunca podremos recuperar la condición prístina de cada ecosistema, pero sí podremos devolverlos a áreas actualmente inservibles una proporción significativa de su composición, estructura y funciones originales (Sánchez, 2005).

Además, la restauración empieza a ser una alternativa de asistencia del hombre a la naturaleza para contrarrestar, los efectos negativos que se acumularon a través del tiempo y que al final amenazan la existencia misma del ser humano en el planeta (Linding, 2011 y Márquez-Huitzil, 2005).

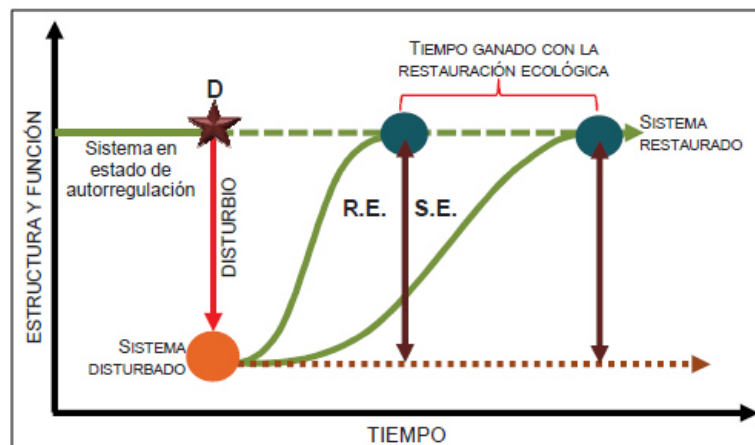


Figura 1: Esquema que representa un proceso sucesional (SE) y un proceso de restauración ecológica (RE) después de un disturbio (Barrera-Cataño *et al.*, 2010).

Bradshaw (1990) señala que existen cuatro enfoques para la restauración de los ecosistemas: 1) ausencia de acción, 2) rehabilitación, 3) restauración parcial y 4) restauración completa, este último consiste en restaurar el área con su composición de especies, estructura y funciones originales por medio de un programa activo de modificación del sitio y de reintroducción de las especies. Hoy en día la utilización de especies nativas en los programas de restauración ayuda a recuperar la composición y fisonomía originales, también aumentan las probabilidades de sobrevivencia y disminuyen los recursos de mantenimiento, tanto en horas hombre como en insumos y recursos naturales (Segura-Burciaga, 2005).

1.4. Antecedentes

La reforestación en México con especies exóticas reside en al menos 46 de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo y están afectando los ecosistemas en todo el territorio nacional (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009).

En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas inalteradas. La huella de la deforestación, las quemadas de monte, el sobrepastoreo y sus consecuencias sobre la vegetación y el suelo fértil están a la vista en casi cualquier paisaje del país. Ante esta situación de tan graves consecuencias sobre la productividad del campo y la conservación de la biodiversidad surge como una prioridad inaplazable el comenzar a desarrollar procedimientos para revertir este terrible deterioro de una manera inteligente (Yanes *et al.*, 2001).

Por lo tanto, el impacto ecológico asociado al problema de deforestación ha provocado la pérdida de biodiversidad. González-Rodríguez *et al.* (2010) mencionan que el manejo de ecosistemas a través de la conservación y restauración ecológica son una solución posible para revertir los procesos de degradación de los ecosistemas y la pérdida acelerada de la biodiversidad, se tiene que aprender a restaurar paisajes y de esta forma garantizar la sostenibilidad de los servicios ambientales regionales, que mantienen las economías funcionando.

Cuando los ecosistemas están muy degradados o destruidos, han perdido sus mecanismos de regeneración y en consecuencia es necesario ayudarles o asistirlos en su recuperación, mediante la restauración activa o asistida (Vargas, 2011), de no hacerlo trae como consecuencia pérdida de nutrientes, cambios en su estructura y disminución en la capacidad para retener humedad (Fernández *et al.*, 2010).

Nuevo León está situado dentro del cinturón de los grandes desiertos del mundo; sin embargo, la presencia de cadenas montañosas y la cercanía con el Golfo de México mitigan parcialmente el clima extremo, propiciando la existencia de bosques y matorrales altos en algunas zonas de la entidad (Ortega-Gaucin, 2012).

1.5. Justificación

La acelerada transformación de los ecosistemas mediante el cambio de uso de suelos, incendios, abandono de zonas agrícolas, extracción de pétreos y minas ocasionando la disminución y desplazamiento de vegetación natural; para revertir estas acciones se ha recurrido a reforestaciones con especies de diferentes procedencias principalmente el uso de especies exóticas provenientes de viveros que han dado como resultado áreas con cubiertas monopódicas ocasionando el desplazamiento de muchas plantas nativas propias de los ecosistemas de matorral.

La lucha para contrarrestar los impactos negativos causados a la vegetación no han mostrado resultados favorables, en la presente investigación se evaluó el rescate de especies nativas del matorral espinoso tamaulipeco extrayéndose de un área de cambio de uso de suelo, el arbolado joven para ser trasplantados a áreas de interés para evaluar la readaptación de los individuos, porque hace falta ofrecer nuevas alternativas de restauración ecológica para acelerar la recuperación y la diversificación del matorral espinoso tamaulipeco con especies nativas.

1.6. Hipótesis

Las especies nativas del MET tienen la capacidad de establecerse con más del 80% de sobrevivencia después de ser trasplantados por lo que representan una opción en la restauración de estos ecosistemas.

1.7. Objetivos del trabajo

- Evaluar la sobrevivencia y desarrollo de 13 especies del matorral espinoso tamaulipeco tras su trasplante.
- Determinar las especies más idóneas para los programas de rescate de especies.

Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Pesquería, Nuevo León (Noreste de México), entre las coordenadas latitud norte $25^{\circ} 45' 26''$ y longitud oeste $99^{\circ} 57' 47''$ (Figura 2), con una altitud promedio entre 200 y 500 msnm, se ubica en la provincia de la Llanura Costera del Golfo, con una temperatura media anual entre $20-24^{\circ}\text{C}$, precipitación pluvial anual entre 500 y 700 mm, con clima semicálido subhúmedo y lluvias escasas todo el año (ACx) (González-Medrano, 2003 y INEGI, 2009).

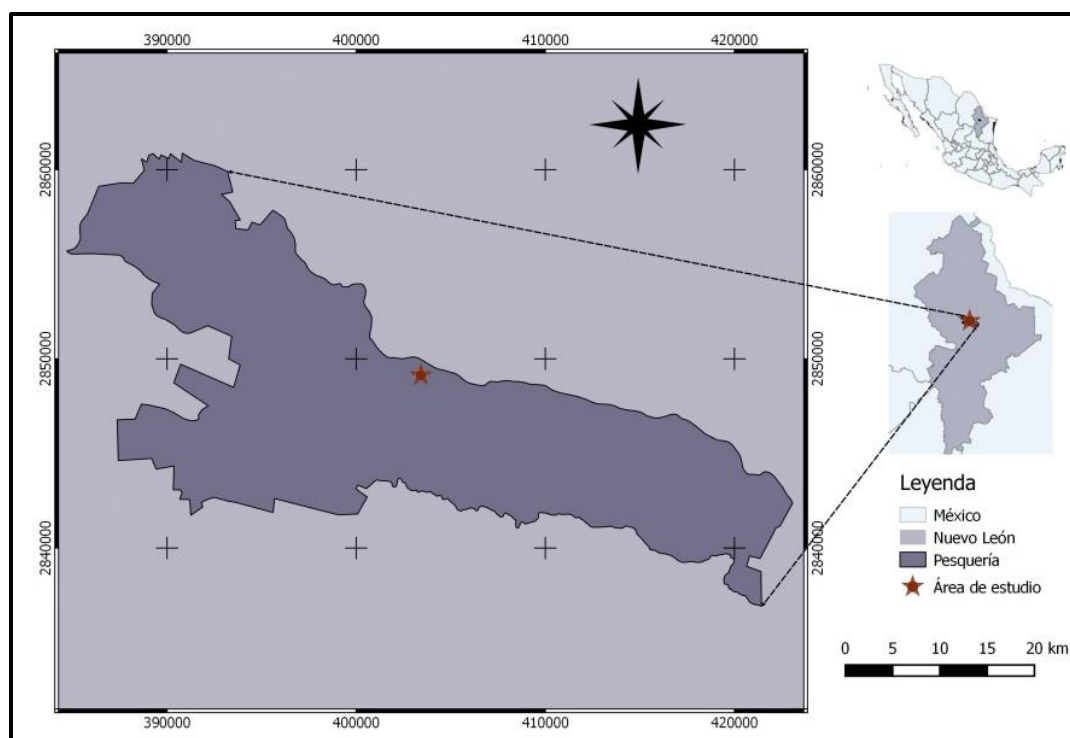


Figura 2: Ubicación del área de estudio.

2.2. Descripción de la zona de estudio

En diciembre de 2014 se realizó el trasplante de 11 especies del matorral espinoso tamaulipeco en un área agrícola abandonada y que es de interés para conservación de especies nativas por la empresa metalúrgica TERNIUM e impulsar el uso y la recreación las áreas abandonadas, fueron establecidos 366

individuos mediante el sistema de plantación de marco real a 3x3 m que facilita el riego y deshierbes, en una dimensión de 350 m², establecido con fines de recreación y del aporte de servicios ambientales principalmente (Figura 3).

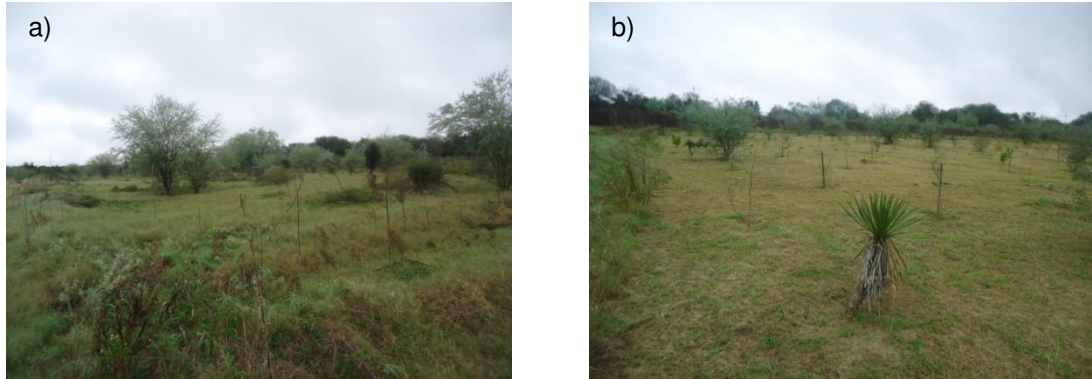


Figura 3: Limpieza y mantenimiento del área de estudio.

Fueron rescatados los individuos más abundantes dentro de la zona del cambio de uso de suelo, con diámetros (<3 cm) a 10 cm de la base, ya que estos individuos se encuentran en constante cambio en el crecimiento y desarrollo adaptándose a las condiciones del área (Figura 4).



Figura 4: Presencia de rebrotes en la base de las plantas rescatadas.

2.3. Muestreo de campo

Se evaluó durante un año realizando tres mediciones dendrométricas; la primera se realizó al momento del trasplante, la segunda seis meses después y la tercera evaluación se realizó al año de ser establecido, midiéndoles la altura total y diámetro de tocón, además se determinó la sobrevivencia, estado fitosanitario y vigor (Figura 5). Se aplicó riego y limpieza del área de estudio

durante seis meses (diciembre-mayo) para contrarrestar el estrés causado por la extracción de la planta; realizando dos riegos por semana durante los dos primeros meses, durante los dos siguientes una por semana y en los dos últimos cada quince días.

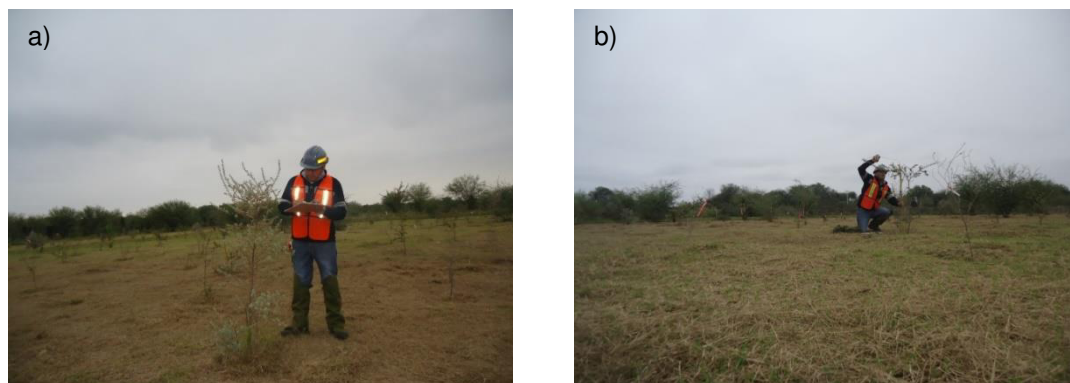


Figura 5: Toma de datos dendrométricos.

2.4. Análisis estadístico

Para estimar la sobrevivencia se usaron las fórmulas del Manual de Prácticas de Reforestación (CONAFOR, 2010).

2.4.1. Estimación de sobrevivencia

Permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor obtenido es la proporción de árboles que están vivos en relación con los árboles efectivamente plantados.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n ai}{\sum_{i=1}^n mi} \times 100$$

Dónde:

$\sum_{i=1}^n$ = Sumatoria de los datos de acuerdo a la variable a o m .

P = Proporción estimada de árboles.

ai = Número de plantas vivas en el sitio de muestreo i .

mi = Número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i .

2.4.2. Evaluación del vigor de la planta

Es la proporción de órganos vivos vigorosos totales de los árboles vivos, que se clasifica en bueno, regular y malo.

$$pv = \frac{\sum_{i=1}^n vi}{\sum_{i=1}^n ai} \times 100$$

Dónde:

$\sum_{i=1}^n$ = Sumatoria de los datos de acuerdo a la variable v o a .

pv = Proporción estimada de árboles vigorosos.

vi = Número de árboles vigorosos en el sitio de muestreo i .

ai = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo i .

2.4.3. Evaluación del estado sanitario

Es la proporción de árboles sanos con respecto a los árboles vivos en el área de estudio, considerando que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquier parte de su estructura.

$$Ps = \frac{\sum_{i=1}^n Si}{\sum_{i=1}^n ai} \times 100$$

Dónde:

$\sum_{i=1}^n$ = Sumatoria de los datos de acuerdo a las variables S o a .

Ps = Proporción estimada de árboles sanos.

Si = Número de árboles sanos en el sitio de muestreo i .

ai = Número de árboles vivos en el sitio de muestreo i .

Para una rápida selección de especies se elaboró un gráfico bajo los criterios de Sobrevivencia (50%), Diámetro y Altura (25% c/u), mismos que dependerán de la finalidad de restauración, por lo que la sobrevivencia se fue considerada de mayor porcentaje ya que está conformado, además por los indicadores de estado fitosanitario y vigor, y de no presentar buenos resultados como consecuencia la ausencia en el crecimiento del diámetro y altura.

Para determinar diferencias estadísticas en los valores de crecimiento de diámetro y altura total se realizó un análisis de varianza. Debido a que los datos no presentaron distribución normal se usaron análisis estadísticos no

paramétricos aplicando ANOVA's de una vía de Kruskal-Wallis en el programa estadístico de licencia libre IBM SPSS 20.0[®] para el caso de la existencia de diferencias fue realizado la comparación múltiple todos por parejas y conocer el valor de significancia ($p < 0.05$).

Resultados y Discusiones

3.1. Especies nativas estudiadas

Se evaluaron 11 especies arbóreas y arbustivas del matorral espinoso tamaulipeco (Tabla 1). El rescate de especies nativas en México es una actividad reciente que falta por ser documentada particularmente las del matorral ya que estas actividades son nuevas en el ámbito científico, para conocer las especies de importancia en el MET se apoyó de estudios como Molina *et al.* (2014), que evaluaron una comunidad vegetal conservada del matorral en el noreste de México, realizando prácticas de gestión en la construcción de una línea eléctrica encontraron *Acacia amentacea*, *Lantana macropoda*, *Leucophyllum frutescens*, *Havardia pallens*, *Zanthoxylum fagara* y *Celtis laevigata* como las especies más abundantes con presencia de nuevos rebrotes.

Donjuán *et al.* (2013), evaluaron la composición y diversidad de las especies del MET y encontraron *Acacia amentacea*, *Dyospiros texana*, *Havardia pallens* y *Cordia boissieri* como las más representativas. Por lo que se en la presente se registraron los individuos más abundantes con diámetros (> 3 cm) por ser los que están en constante desarrollo generando nuevas raíces para su crecimiento.

Tabla 1: Listado de las especies estudiadas más abundantes en el área de estudio.

Núm. Ind.	Familia	Especie	Nombre Común	Forma biológica
80	Fabaceae	<i>Acacia amentacea</i> DC.	Gavia	Arbusto
14	Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Huizache	Arbusto
8	Simaroubaceae	<i>Castela erecta</i> subsp. Texana (Torr & A. Gray) Cronquist	Chaparro amargoso	Arbusto
31	Boraginaceae	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Árbol
52	Euphorbiaceae	<i>Croton incanus</i> Kunth	Salvia	Arbusto

39	Fabaceae	<i>Eysenhardtia</i> Scheele	<i>texana</i>	Vara dulce	Arbusto
3	Oceaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Torr.	Panalero	Arbusto
16	Serophulariaceae	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.		Cenizo	Arbusto
22	Caesalpinaceae	<i>Parkinsonia texana</i> Gray) S. Watson	(A.	Palo verde	Árbol
30	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	Torr.	Mezquite	Árbol
71	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> Sarg.	(L.)	Colima	Arbusto

3.2. Supervivencia general de especies nativas

Del trasplante de especies se encontró una supervivencia general del 51.6% respecto al 100% (Tabla 2), las evaluaciones se realizaron en tres partes: la primera en diciembre, la segunda seis meses después y la tercera a un año, la supervivencia está sujeta a la capacidad de resistencia de las nuevas condiciones del lugar de establecimiento.

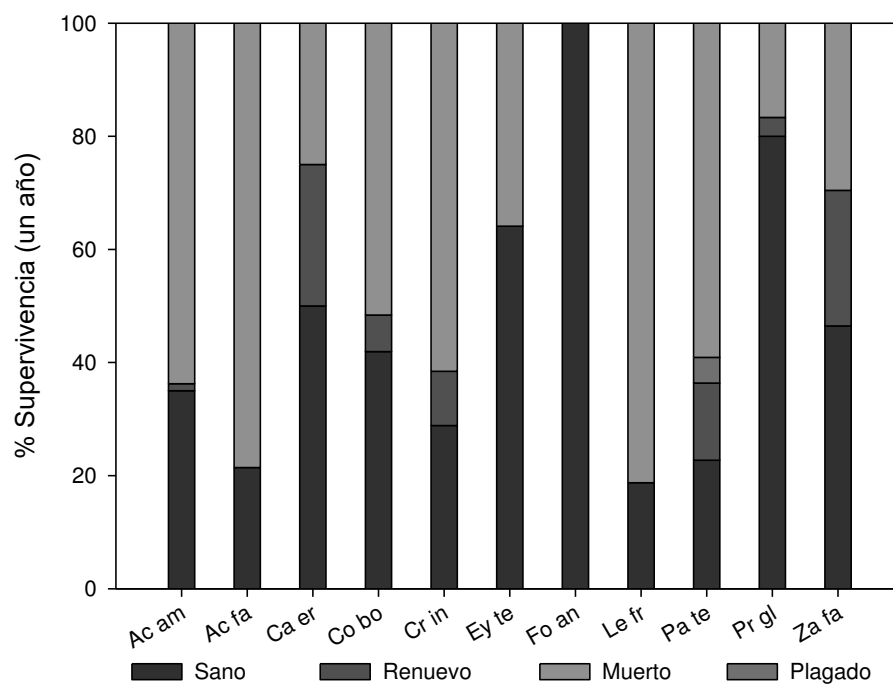
Tabla 2: Supervivencia general de las especies nativas.

Condición fitosanitaria	Trasplante	Seis meses	Un año
Sobrevivencia (%)	100	63.9	51.6

Estudios similares se han realizado en el mediterráneo de España donde se evaluó la aplicación de compost y riego en un trasplante de plantas provenientes de viveros con la supervivencia del 60% de las especies (Jorba y Vallejo, 2008). Aguirre *et al.* (2006), en un estudio realizado en el sur de Ecuador reportaron valores superiores al 60% de supervivencia de 9 especies establecidas bajo una plantación de *P. patula* a un año. Un estudio realizado en Argentina se evaluó el establecimiento de *P. chilensis* y *Aspidosperma* en una región degradada registrando 30 y 40% de supervivencia por especie a un año y medio de evaluación (Barchuk y Díaz, 2000).

En el matorral espinoso tamaulipeco (López-Aguillón y López-García, 2013) realizaron la evaluación de 13 especies nativas, sobre el comportamiento paisajístico y encontraron 70% de supervivencia 16 años después de evaluación. Díaz Páez y Polanía (2015), en Colombia recolectaron plántulas de 20-40 cm y encontraron 90% de sobrevivencia de las especies nativas para la restauración.

Por lo que las prácticas de restauración en comunidades semiáridas son fundamentales como lo describe Mata-Balderas *et al.* (2014), que la incorporación de individuos adultos y la adecuación del relieve, proveen condiciones favorables para la regeneración natural, acciones que promueven la colonización de otras especies en ambientes semiáridos.



Za fa: *Zanthoxylum fagara*, Pr gl: *Prosopis glandulosa*, Pa te: *Parkinsonia texana*, Le fr: *Leucophyllum frutescens*, Fo an: *Forestiera angustifolia*, Ey te: *Eysenhardtia texana*, Cr in: *Croton incanus*, Co bo: *Cordia boissieri*, Ca er: *Castela erecta*, Ac fa: *Acacia farnesiana*, Ac am: *Acacia amentacea*.

Figura 6: Supervivencia y estado fitosanitario de las especies.

3.3. Vigor de las especies

Del trasplante de especies se registró el vigor general del 42.9% con respecto al 100% un año después (Tabla 3). Dichas evaluaciones se realizaron en tres periodos: la primera en diciembre, la segunda seis meses después y la tercera a un año. Información que concuerda con Barchuk y Díaz (2000), en un estudio realizado en Argentina para evaluar el establecimiento de especies nativas de *Prosopis chilensis* y *Aspidosperma* dentro y fuera de arbustos, y encontraron que son potenciales para restauración de ecosistemas áridos, sin embargo presentaron un declive exponencial a partir de la primera evaluación al evaluar el vigor.

Tabla 3: Vigor de las especies nativas.

Condición fitosanitaria	Trasplante	Seis meses	Un año
Vigor de la planta (%)	100	56.3	42.9

3.4. Estado sanitario

La proporción general de plantas sanas encontrada un año después del trasplante fue de 51.4% respecto al 100% inicial (Tabla 4). Dichas evaluaciones se registraron en tres etapas: la primera en diciembre, la segunda seis meses después y la tercera a un año, mostrando diferentes formas de adaptación de acuerdo a la capacidad de respuesta con respecto al del área de trasplante.

Tabla 4: Evaluación fitosanitaria de las especies nativas.

Condición fitosanitaria	Trasplante	Seis meses	Un año
Estado sanitario (%)	100	58.7	51.4

3.5. Categoría diamétrica de las especies

79.9 % de individuos fueron <10 mm, 18.8 % entre 10-20 mm y menos del 1.4 % mayores a 20 mm (Tabla 5). Las especies presentaron incremento diamétrico dándose en individuos cercanos a la siguiente categoría diamétrica.

Un estudio realizado por Aguirre *et al.* (2006), en Ecuador con enriquecimiento de plantas nativas encontró que el crecimiento en diámetro para cada especie es diferente, y se adapta de acuerdo sus necesidades de microambiente. Vargas-Mena (1991), en un estudio de crecimiento de leguminosas reportó desarrollo limitado de las especies después de un año de evaluación.

Tabla 5: Categoría diamétrica de las plantas.

CD (mm)	Establecimiento (%) 1ª Evaluación	Seis meses (%) 2ª Evaluación	Un año (%) 3ª Evaluación
0-10	79.9	33.4	19.6
10-20	18.8	28.5	27.2
20-30	1.4	1.9	3.3
30-40	0	0	0.8
Mortalidad	0	36.1	49.2

CD: Categoría Diamétrica

3.6. Descripción de supervivencia por especies

Durante la primera evaluación las plantas estuvieron libres de daño, mostrando diferencias en la segunda (medio año) y tercera evaluación (un año), de acuerdo a la forma de adaptación al nuevo sitio.

Forestiera angustifolia (Panalero) mostró excelente estado al año de evaluación con 100% de supervivencia (Figura 7g), esto indica que no afecta su desarrollo después de un trasplante.

Mientras que *Prosopis glandulosa* (Mezquite) presentó sobrevivencia del 100 y 83% en la segunda y tercera evaluación respectivamente (Figura 7j), estos resultados difieren con los de Foroughbakhch *et al.* (2001), que evaluaron la supervivencia de especies en el noreste de México, registrando *P. glandulosa* con 44% de supervivencia después de 14 años de evaluación. Sin embargo *P. glandulosa* es una especie regeneradora de suelos y requiere de abundante agua durante el establecimiento, después es inmune a la sequía y requiere abundante sol una vez adaptado (Alanís-Flores *et al.*, 2003 y Zurita-Zaragoza, 2009).

Castela erecta (Chaparro amargoso) registró 38 y 75% de supervivencia, (Figura 7c), *Zanthoxylum fagara* (Colima) con 83 y 70% de supervivencia en la segunda y tercera evaluación respectivamente (Figura 7k), cabe destacar que las especies mostraron muerte aérea del tallo, sin embargo se encontraban latentes porque en la última evaluación presentaron nuevos rebrotes, indicando buena capacidad de adaptación.

Eysenhardtia texana (Vara dulce) registró 64%, *Cordia boissieri* (Anacahuita) 48%, *Parkinsonia texana* (Palo verde) 41% de supervivencia respectivamente al año de ser evaluados (Figura 7f, 7d y 7i), *C. boissieri* y *P. texana* presentaron nuevos brotes, indicador de buena adaptación ante su remoción.

Foroughbakhch *et al.* (2001), reporta resultados de sobrevivencia similares al evaluar una plantación de catorce años en el noreste de México donde *C. boissieri* registró 70% de supervivencia. López-Aguillón y López-García (2013), reportaron que *C. boissieri* obtuvo mayor porcentaje de supervivencia al evaluar el comportamiento paisajístico de las especies del MET.

Croton incanus (Salvia) reportó 38% de supervivencia (Figura 7e), mientras que *Acacia amentacea* (Gavia) 36% (Figura 7a), *Acacia farnesiana* (Huizache) con 21% de supervivencia al año de evaluación respectivamente (Figura 7b). Estos resultado difieren de una evaluación de especies del MET en el noreste de México donde se encontró *A. farnesiana* con 97% de supervivencia 14 años de evaluación (Foroughbakhch *et al.*, 2001), *Leucophyllum frutescens* (Cenizo) mostro 19% de sobrevivencia al año de evaluación (Figura 7i), estas tres últimas especies con la más baja sobrevivencia durante la evaluación.

Esta causa es posible porque se reporta que *A. farnesiana* se desarrolla mejor en suelos profundos con drenaje rápido, y en el área de establecimiento es compacta por la agricultura, *Leucophyllum frutescens* tiene la capacidad de sobrevivir a sequias asociado a *C. boissieri* (Anacahuita), *C. mexicana* (Hierba del potro) y *P. acuelata* (retama), es auténtico regenerador de suelos, y el

primero en aparecer después de la remoción de vegetación normal (Alanís-Flores *et al.*, 2007).

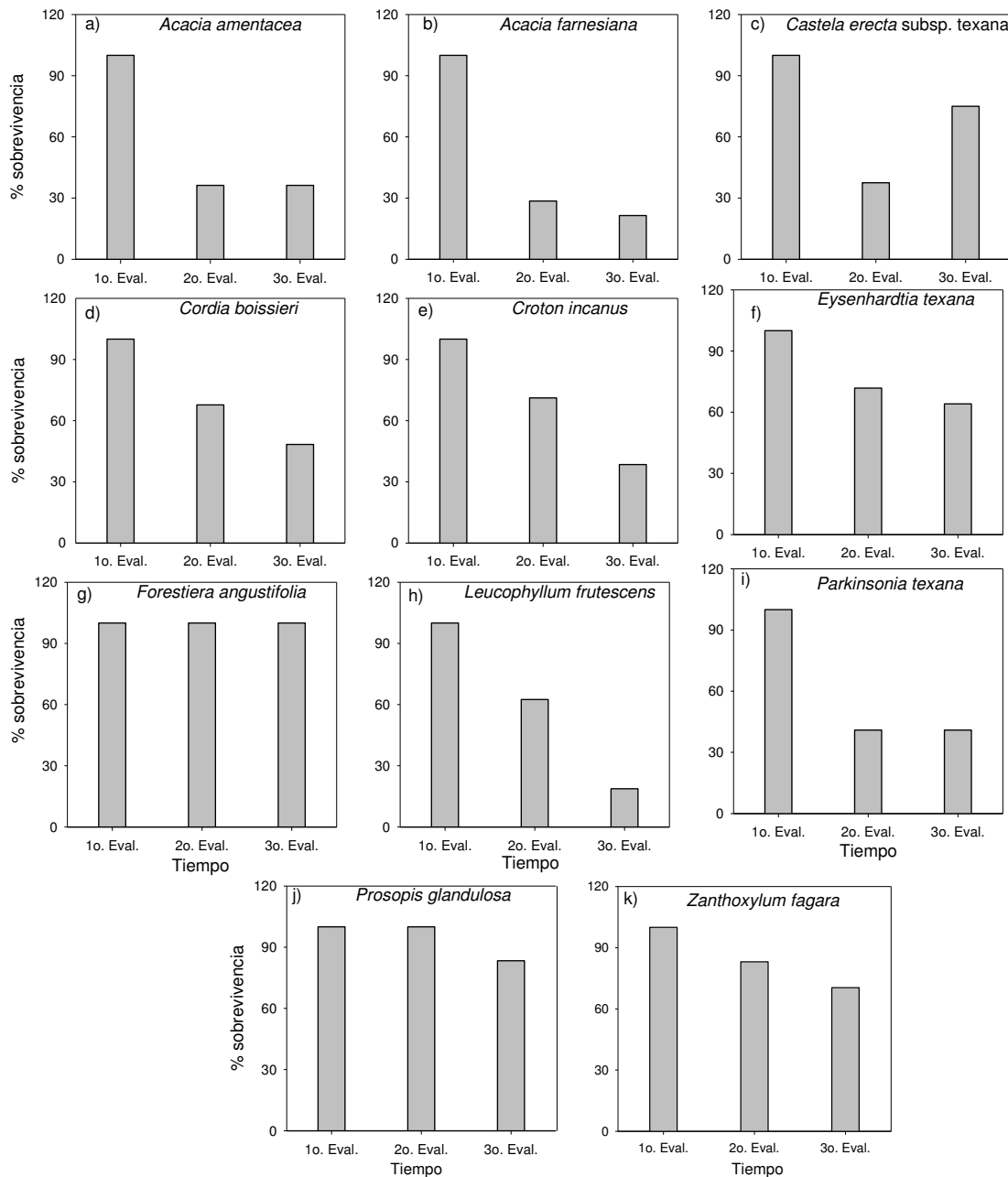


Figura 7: Sobrevivencia por especies después de un trasplante en matorral.

3.7. Crecimiento diamétrico por especie

Foroughbakhch *et al.* (2001), describen que las especies muestran incremento diamétrico variable durante los primeros años, por lo que no todas las especies presentar incrementos significativos. Se utilizaron análisis no paramétricos con

ANOVA's de una vía de Kruskal-Wallis y en caso de comparaciones múltiples todos por pareja.

Castela erecta no presentó diferencias mientras que *Acacia amentacea* y *Acacia farnesiana* presentaron diferencias estadísticas significativas ($p=0.000$, $p=0.037$), en la tabla 6 se muestra el valor de n usado durante las evaluaciones (Figura 8). Resultados similares reportó García-Alanís *et al.* (1997), en un estudio realizado sobre el crecimiento de especies leñosas del MET reportando *A. farnesiana* con incremento diamétrico de 5.71 mm en un año, mientras que Foroughbakhch *et al.* (2001), reportaron el crecimiento de 6.3 cm de diámetro en *A. farnesiana* después de 14 años de evaluación.

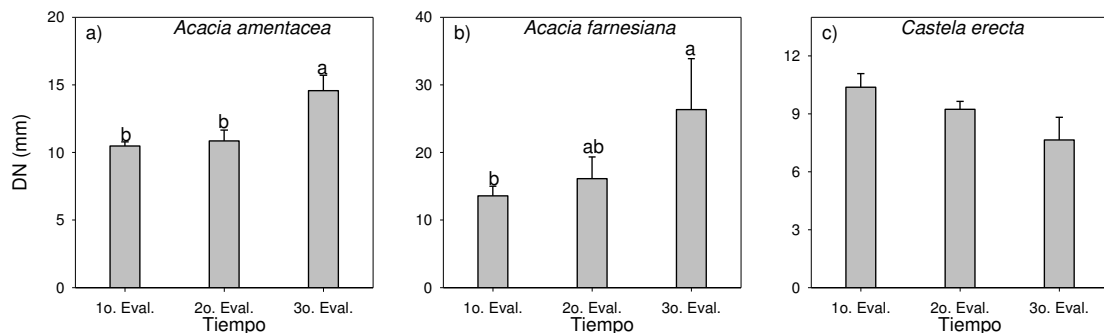


Figura 8: Crecimiento diamétrico de las especies. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p < 0.05$)

Tabla 6: Individuos presentes en las evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Acacia amentacea</i>	80	29	27
<i>Acacia farnesiana</i>	14	4	3
<i>Castela erecta</i>	8	3	6

Croton incanus no mostró diferencia estadística, mientras que *Cordia boissieri* y *Eysenhardtia texana* mostraron diferencia estadística después del año (Figura 9), en la tabla 7 se muestra el valor de n usado durante las evaluaciones. *C. boissieri* presenta un crecimiento de lento a moderado (Alanís-Flores *et al.*, 2007). Foroughbakhch *et al.* (2001), reportaron que *C. boissieri* incrementó 9.8 cm de diámetro después de catorce años de evaluación en una plantación del noreste de México.

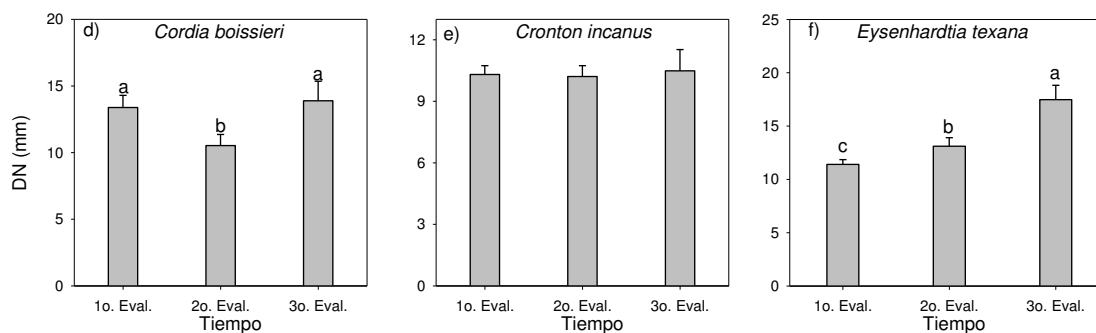


Figura 9: Diferencias en el crecimiento diamétrico de las especies. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p < 0.05$)

Tabla 7: Número de individuos presentes en las evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Cordia boissieri</i>	31	21	15
<i>Croton incanus</i>	52	37	20
<i>Eysenhardtia texana</i>	39	28	25

Leucophyllum frutescens mostró diferencia estadística significativa ($p = 0.02$) durante las evaluaciones, mientras que *Forestiera angustifolia* y *Parkinsonia texana* no mostraron diferencia estadística (Figura 10), en la tabla 8 se muestra el valor de n usado durante las evaluaciones. *L. frutescens* se reporta como de crecimiento moderado a rápido en el matorral (Alanís-Flores *et al.*, 2007).

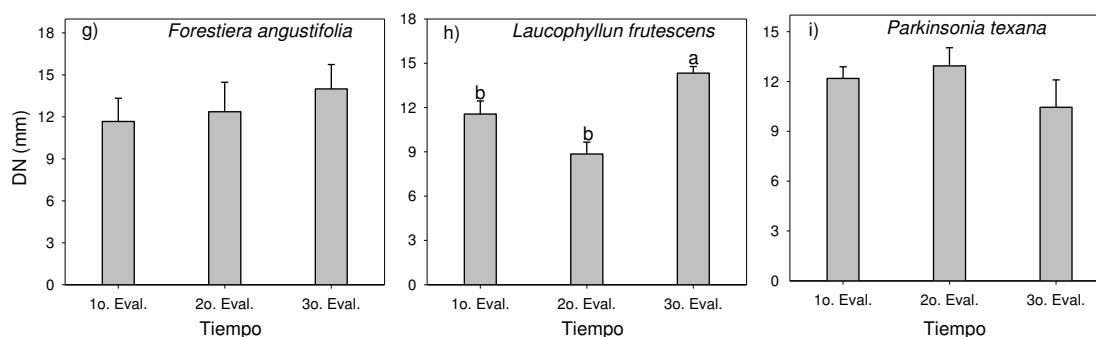


Figura 10: Comportamiento en el crecimiento en diámetro de las especies. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p < 0.05$)

Tabla 8: Individuos presentes durante las evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Forestiera angustifolia</i>	3	3	3
<i>Leucophyllum frutescens</i>	16	10	3
<i>Parkinsonia. texana</i>	22	9	9

Prosopis glandulosa y *Zanthoxylum fagara* mostraron diferencia estadística (Figura 11), en la tabla 9 se muestra el valor de n usado durante las evaluaciones, *Z. fagara* mostró decremento por la muerte del tallo principal pero con latencia en la parte inferior que posteriormente generó rebrotes. Foroughbakhch *et al.* (2001), reportaron el diámetro de 5.5 cm en *P. glandulosa* a catorce años de evaluación. Mientras que García-Mosqueda *et al.* (2014), reporta a *P. glandulosa* con 9.69 cm de incremento en una plantación de cinco años al evaluar la biomasa de especies de matorral en el noreste de México.

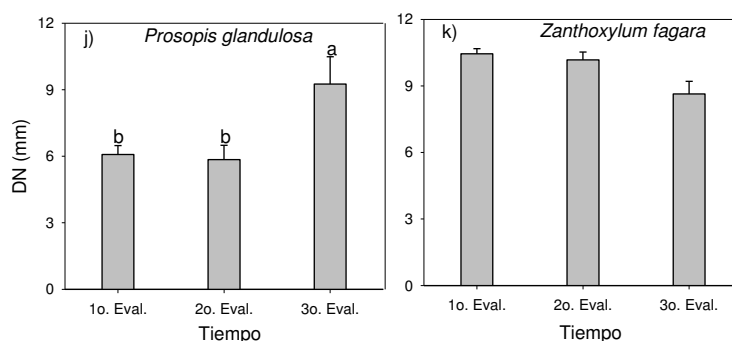


Figura 11: Diferencia en el diámetro de las especies doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p < 0.05$)

Tabla 9: Número de individuos presentes durante las evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Prosopis glandulosa</i>	30	30	25
<i>Zanthoxylum fagara</i>	71	59	49

3.8. Crecimiento en altura a un año de evaluación

Las especies forestales crecen por la búsqueda de luz, por competencia en densidades, presentando diferente comportamiento de acuerdo a sus necesidades, sin embargo las especies rescatadas presentan diferente comportamiento, ya que son establecidos en un área con algún grado de deterioro y necesita adaptarse a las condiciones del área para su desarrollo.

Acacia amentacea y *Acacia farnesiana* no presentaron diferencia, mientras que *Castela erecta* presentó diferencia estadística ($p = 0.012$), donde mostró decremento durante las evaluaciones por la mortalidad del tallo principal

causando el descenso de la altura, sin embargo, presentó rebrotes en la base del tallo principal tiempo después (Figura 12), y en la tabla 10 se muestra el valor de n usado durante las evaluaciones.

Vargas-Mena (1991), en una reforestación con leguminosas nativas realizada en Guerrero encontró que *Acacia farnesiana* reportó crecimiento limitado en altura en un año. Por su parte Foroughbakhch *et al.* (2001), en una evaluación del crecimiento de especies en el noreste de México encontraron *A. farnesiana* con crecimiento de 4.5 m de altura después de catorce años de evaluación.

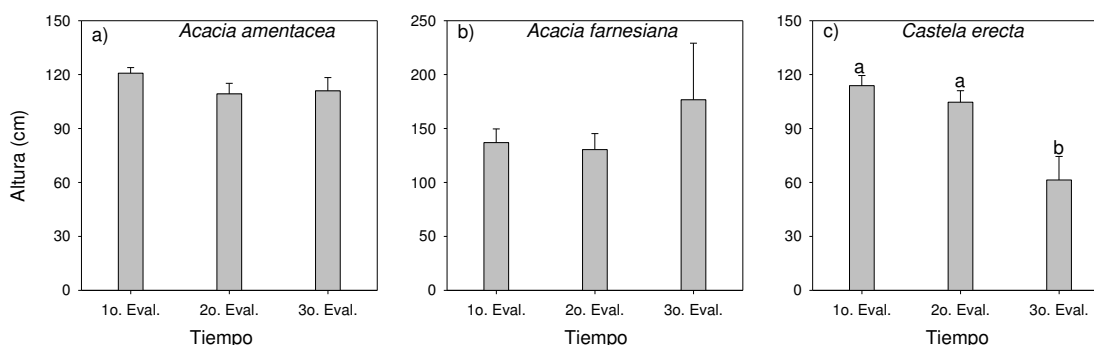


Figura 12: Crecimiento en altura doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p < 0.05$)

Tabla 10: Individuos presentes durante las tres evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Acacia amentacea</i>	80	29	27
<i>Acacia farnesiana</i>	14	4	3
<i>Castela erecta</i>	8	3	6

Cordia boissieri presentó diferencia estadística ($p=0.003$) causado por la presencia de la muerte de la parte aérea del tallo principal que se fue recuperando posteriormente en la tercera evaluación, mientras que *Croton incanus* y *Eysenhardtia texana* no mostraron diferencia estadística (Figura 13) así mismo en la tabla 11 se muestra el valor de n usado durante las evaluaciones Sin embargo diversos autores describen estas especies; Foroughbakhch *et al.* (2001), reportaron en una evaluación del crecimiento de leñosas en el noreste de México que *C. boissieri* creció 5 m, catorce años

después. En otro estudio *C. boissieri* registró 2.9 m de altura en una plantación de 16 años del MET (López-Aguillón y López-García, 2013).

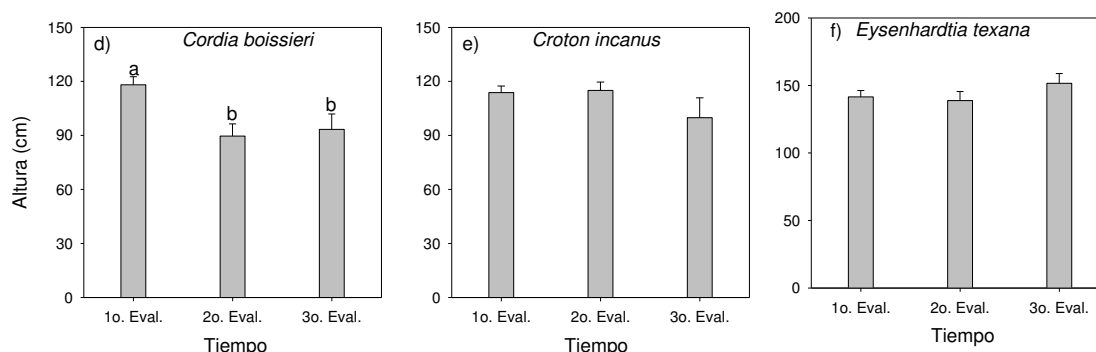


Figura 13: Comportamiento del crecimiento en altura doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p < 0.05$)

Tabla 11: Individuos presentes durante las evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Cordia boissieri</i>	31	21	15
<i>Croton incanus</i>	52	37	20
<i>Eysenhardtia texana</i>	39	28	25

Forestiera angustifolia no reportó diferencias mientras que *Parkinsonia texana* y *Leucophyllum frutescens* presentaron un valor de ($p=0.038$, $p=0.005$) (Figura 14), y en la tabla 12 se muestra el valor de n usado durante las evaluaciones; *L. frutescens* presentó mortalidad en parte del tallo principal y se recuperó posteriormente, *P. texana* presentó incremento y posteriormente disminución de la altura factor que pudo ser posible por la ausencia de lluvias durante los seis meses posteriores a su establecimiento.

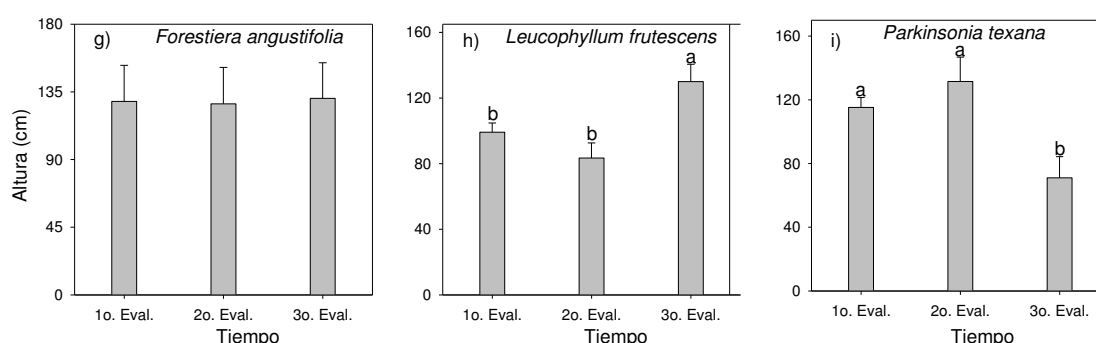


Figura 14: Readaptación y crecimiento en altura de las especies después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p < 0.05$)

Tabla 12: Individuos presentes en las evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Forestiera angustifolia</i>	3	3	3
<i>Leucophyllum frutescens</i>	16	10	3
<i>Parkinsonia. texana</i>	22	9	9

Prosopis glandulosa y *Zanthoxylum fagara* presentaron un valor de ($p=0.000$, $p=0.000$), *P. glandulosa* redujo la altura por muerte del tallo principal durante la segunda evaluación presentando un crecimiento considerable durante la última evaluación, en tanto *Z. fagara* disminuyó su altura durante la tercera evaluación esta causa fue posible por las temperaturas extremas que se registran durante la temporada y muerte del tallo principal (Figura 15). Arriaga *et al.* (1994), describen que algunas especies del matorral presentan crecimiento limitado al año de ser establecidas incluso la presencia de decremento.

Sin embargo, García-Mosqueda *et al.* (2014), encontraron un crecimiento de 3.71 m en *P. glandulosa* a cinco años de estudio al evaluar la biomasa en una plantación de matorral. Por su parte Foroughbakhch *et al.* (2001), registraron el crecimiento de 3 m de altura en *P. glandulosa* a catorce años de evaluación en el matorral.

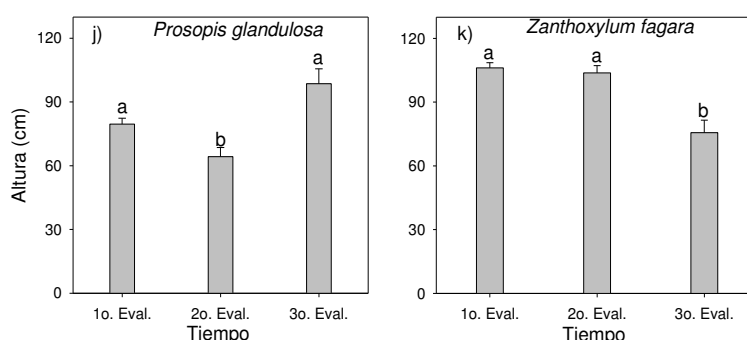


Figura 15: Crecimiento y comportamiento de las especies doce meses después del trasplante. Los bigotes de la barra representa el error típico donde las letras denotan ($p<0.05$)

Tabla 13: Cantidad de individuos presentes durante las evaluaciones.

Especies	1º Evaluación	2º Evaluación	3º Evaluación
<i>Prosopis glandulosa</i>	30	30	25
<i>Zanthoxylum fagara</i>	71	59	49

3.9. Especies nativas idóneas para programas de rescate del matorral espinoso tamaulipeco

En base a la información se tomaron en cuenta tres factores principales: supervivencia, diámetro y altura, distribuidos en cuatro grupos de acuerdo a la respuesta de adaptación durante la restauración del MET.; identificando una especie como excelente, una como buena, cinco como regulares y cuatro como malas para restauración del área de estudio bajo el criterio de excelente (81-100%), Bueno (61-70%), regular (41-60%) y mala (<40%).

Criterios similares fueron usados en Tailandia donde se evaluaron 37 especies arbóreas nativas plantadas como experimentales, se le aplicó fertilizante por tres veces durante las lluvias por dos temporadas, y encontraron nueve especies “excelentes”, quince como aceptables, cuatro como marginales y nueve de mal desempeño, que son clave para aumento de la biodiversidad del bosque tropical en áreas degradadas (Elliot *et al.*, 2003).

Por lo tanto, si se desea restaurar con fines de supervivencia es preferible *F. angustifolia*, *P. glandulosa* y *C. erecta*; si en con fines de crecimiento en diámetro *P. glandulosa*, *L. frutescens*, *E. texana*, *C. boissieri*, *A. amentacea*, y *A. farnesiana*; y finalmente si es por altura *P. glandulosa* y *L. frutescens*.

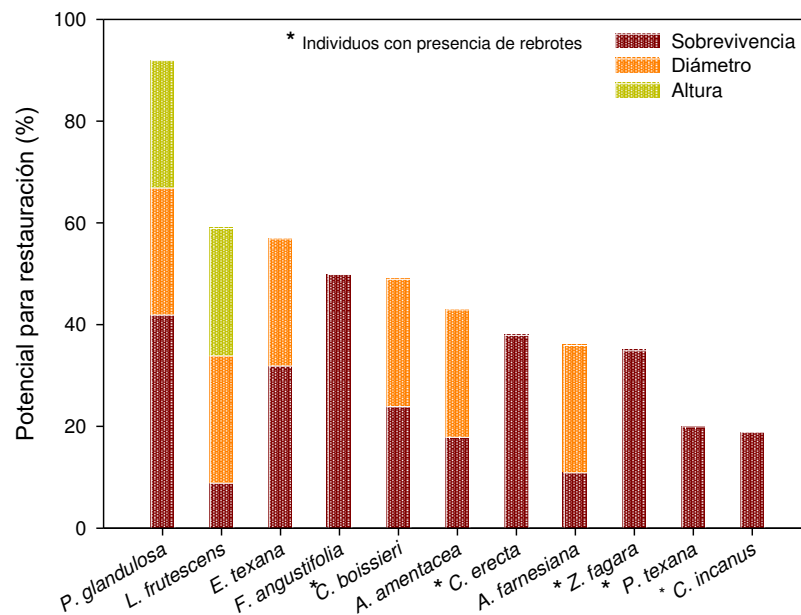


Figura 16: Importancia de las especies para la restauración del MET

Conclusiones

Se evaluó la sobrevivencia y desarrollo de 11 especies del matorral tras su trasplante y se rechazó la hipótesis planteada porque no todas las especies nativas del MET tienen la capacidad de establecerse con más del 80% de sobrevivencia, sin embargo son una opción para restauración de ecosistemas.

F. angustifolia y *P. glandulosa* fueron las especies que mostraron el mejor resultado de supervivencia, mientras que en diámetro *P. glandulosa*, *L. frutescens*, *E. texana*, *C. boissieri*, *A. amentacea* y *A. farnesiana*, y en altura *P. glandulosa* y *L. frutescens*.

Para programas de rescate de especies depende de la finalidad; si son con fines de sobrevivencia *F. angustifolia*, *P. glandulosa*, *C. erecta*, y *Z. fagara*, si es por el diámetro *P. glandulosa*, *L. frutescens*, *E. texana*, *C. boissieri*, *A. amentacea*, y *A. farnesiana*, si es en altura *P. glandulosa* y *L. frutescens*. Sin embargo si es para fines de restauración es preferible establecer todas las especies para simular la diversificación del MET ya que algunas especies tienen presencia de rebrotes tiempo después de su establecimiento asegurando el crecimiento en diámetro y altura.

En el presente estudio se encontró que el crecimiento de las especies en diámetro y altura varía de acuerdo con la respuesta de readaptación. La baja sobrevivencia de algunas especies es posible que se necesite mayor volumen de suelo para mayor cantidad de sistema radicular que requieren así como un suelo con buen drenaje para un pronto desarrollo como es el caso de *A. farnesiana* que presentó bajo porcentaje de sobrevivencia.

Así mismo se ha identificado una de las principales problemáticas en áreas restauradas es la falta de monitoreo, seguimiento y falta de agua para asegurar su crecimiento en comparación con el área de estudio.

Literatura citada

- Aguilar-Garavito M. y W. Ramírez (eds.) 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.
- Aguirre Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro *et al.* 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, 277-318 pp.
- Aguirre, N., Günter, S., Weber, M., y Stimm, B. 2006. Enrichment of *Pinus patula* plantations with native species in southern Ecuador. *Lyonia*, 10(1), 33-45.
- Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., Tagle, G., Yerena Yamallel, J. I., Cuellar Rodríguez, G., y Mora-Olivo, A. 2013. Análisis de la vegetación secundaria del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Phyton (Buenos Aires)*, 82(2), 185-191.
- Alanís, R.E., 2006. *Diversidad de especies arbóreas y arbustivas en áreas con distinto historial antropogénico en el matorral espinoso tamaulipeco*, tesis de maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. 66-67 pp.
- Alanís-Flores G. J., Ballester Franzoni C. 2007. El valor de nuestras plantas. Fondo editorial de Nuevo León. NL., México. 157 p.
- Alanís-Flores G., González Alanís D. 2003. Flora nativa ornamental para el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México: descripción botánica y requerimientos de las especies para el paisaje urbano. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 128 p.
- Arámbula, L. T. 2005. Problemática y Alternativa de Desarrollo de las Zonas Áridas y Semiáridas de México. *Chapingo*, 17 p.
- Arriaga, M., Cervantes, G., y Vargas Mena, A. 1994. *Manual de reforestación con especies nativas: colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas*. SEDESOL.

- Barrera-Cataño, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno-Cárdenas y S.P. Montoya-Villarreal. 2010. Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia. 402 pp.
- Barchuk, A. H., y Díaz, M. P. 2000. Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de *Aspidosperma quebracho-blanco* y de *Prosopis chilensis* en el Chaco árido. *Quebracho*, 8, 17-29.
- Bradshaw, A. D. 1990. The reclamation of derelict and the ecology of ecosystems. En: W. R. Jordan III, M. E. Gilpin y J. D. Aber (eds.). *Restoration Ecology: A synthetic approach to ecological research*. Cambridge University Press. Pp. 53-74.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S., De la Maza, J. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 283-322.
- CONABIO. 2009. *Sistema de Información sobre Especies Invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en www.conabio.gob.mx/invasoras.
- CONAFOR. 2010. Manual básico de prácticas de reforestación. Zapopan, Jalisco, México. 64 p.
- Díaz-Páez, M. y Polanía, J. 2015. Póster - I SRRE. Avances en restauración con nucleación de especies nativas en San Félix, Bello (Antioquia): en el I Simposio Regional de Restauración Ecológica Nodo REDCRE Cali-Suroccidente. Disponible en: https://issuu.com/semillero-cyrunalmed/docs/d_az-p_ez_polania.2015_-_p_1

- Donjuán, M., Alberto, C., Alanís Rodríguez, E., Jiménez Pérez, J., González Tagle, M. A., Yerena Yamallel, J. y Cuellar Rodríguez, L. G. 2013a. Estructura, composición florística y diversidad del matorral espinoso tamaulipeco, México. *Ecología Aplicada*, 12(1), 29-34.
- Donjuán, M., Alberto, C., Jiménez Pérez, J., Alanís Rodríguez, E., Camacho, R., Alonso, E., Yerena Yamallel, J. I. y González Tagle, M. A. 2013b. Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 124-137.
- Elliott, S., Navakitbumrung, P., Kuarak, C., Zangkum, S., Anusarnsunthorn, V., y Blakesley, D. 2003. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. *Forest ecology and management* 184: 177-191.
- Fernández I., Morales N., Olivares L., Salvatierra J., Gómez M., Montenegro G. 2010. Restauración Ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Fundación ECOMABI. Santiago Chile. 162 pp.
- Foroughbakhch, F., Hauad, L. A., Cespedes, A. E., Ponce, E. E., y González, N. 2001. Evaluation of 15 indigenous and introduced species for reforestation and agroforestry in northeastern Mexico. *Agroforestry Systems*, 51(3), 213-221.
- Foroughbakhch, R. 1992. Establishment and growth potential of fuelwood species in northeastern Mexico. *Agroforestry Systems*, 19(2), 95-108.
- García Alanís, L. C. 1997. Estudio fenológico y de crecimiento de once especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, México.
- García Alanís, L. C. 1997. Estudio fenológico y de crecimiento de once especies leñosas del matorral espinoso tamaulipeco en Linares, Nuevo León, México.
- García-Mosqueda, G. E. Jiménez-Pérez, J. Aguirre-Calderón, O. A. González-Rodríguez, H. Carrillo-Parra, A. Espinosa-Ramírez, M. y García-García D.

- A. 2014. Biomasa de dos especies de matorral en tres densidades de plantación en Tamaulipas, México. *Revista Latino americana de Recursos Naturales* 10 (2): 52–59.
- González-Medrano, F. 2003. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Instituto Nacional de Ecología, México, DF.
- González-Rodríguez, H., Ramírez-Lozano, R. G., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M. V., y Uvalle-Sauceda, J. I. 2010. Composición y estructura de la vegetación en tres sitios del estado de Nuevo León, México. *Polibotánica*, (29), 91-106.
- Hobbs, R. J. y Norton, D. A. 1996. Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology. *Restoration Ecology* 4(2): 93-110.
- INEGI. 2005. Guía para la Interpretación de la Cartografía Uso de Suelos y Vegetación. México. 87 p.
- INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Pesquería, Nuevo León. México. 8 p.
- Jorba, M., y Vallejo, R. 2008. La restauración ecológica de canteras: un caso con aplicación de enmiendas orgánicas y riegos. *Revista Ecosistemas*, 17(3): 119-132.
- Linding R. 2011. La restauración ecológica como una construcción social. Pp. 41-49. En: Vargas O., S. Reyes (Eds). La restauración ecológica en la práctica: Memoria del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- López Aguillón, R., y López-García, M. 2013. Evaluación y comportamiento paisajístico de especies nativas en Linares, NL, 16 años de evaluación. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 4(17), 164-173.
- Márquez-Huitzil, R. 2005. Fundamentos teóricos y convencionales para la restauración ecológica: aplicación de conceptos y teorías a la resolución de problemas en restauración. *Sánchez O, Peters E, Márquez-Huitzil R, Vega E, Portales G, Valdez M, Azuara D, editors. Temas sobre*

- restauración ecológica. México DF: Instituto Nacional de Ecología. p, 159-168.*
- Mata-Balderas, J. M., Treviño-Garza, E. J., Jiménez-Pérez, J., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., y Foroughbakhch-Pournavab, R. 2014. Prácticas de rehabilitación en un ecosistema semiárido, afectado por el establecimiento de un banco de material, en el noreste de México. *CienciaUAT*, 8(2), 32-43.
- Molina, V., Rechy, L., Alcalá, A., Marín, D., y Alanís, E. 2014. Composición y diversidad vegetal del matorral mediano subinerme del noreste de México. *Rev. Iberoamer. Cienc*, 1, 111-119.
- Molina-Guerra, V. M., Pando-Moreno, M., Alanís-Rodríguez, E., Canizales-Velázquez, P. A., González-Rodríguez, H., y Jiménez-Pérez, J. 2013. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 4(3), 361-371.
- Ortega-Gaucin, D. 2012. *Sequía en Nuevo León: vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación*. Instituto del Agua de Nuevo León. Apodaca, N.L. 222 p.
- Plascencia R.L, Barrientos A. C. y Raz-Guzmán A. 2011. La biodiversidad en México su conservación y las colecciones biológicas. *Ciencias (101)*: 36-43.
- Sánchez O. 2005. Introducción. *Sánchez O, Peters E, Márquez-Huitzil R, Vega E, Portales G, Valdez M, Azuara D, editors. Temas sobre restauración ecológica. México DF: Instituto Nacional de Ecología. p, 11-12.*
- Segura Burciaga S. 2005. Las especies introducidas: ¿benéficas o dañinas?. *Sánchez O., Peters E., Márquez-Huitzil R., Vega E., Portales G., Valdez M. y Azuara D editors. Temas sobre restauración ecológica. México DF: Instituto Nacional de Ecología. p, 127-133.*
- Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org

- Toledo, V. M., y Ordoñez, M. D. J. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. *Ramamoorthy, TP, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds.). Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, 739-757.*
- Vargas, O. 2011. Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. In *La Restauración Ecológica en la Práctica: memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (pp. 19-40).*
- Vargas-Mena, a. 1991. Sobrevivencia y Crecimiento de Leguminosas Utilizadas en la Reforestación de la Selva Baja Caducifolia en la Montaña de Guerrero. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM: México. 65 pp.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., y Melillo, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystem. *Science* 277(5325), 494-499.
- Yanes, C. V., Muñoz, A. I. B., Alcocer, M. I., Silva, M. G. D. Y. C., y Dirzo, S. 2001. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación.
- Zurita Zaragoza, M. 2009. Guía de Árboles y Otras Plantas Nativas en la Zona Metropolitana de Monterrey. Nuevo León, México: Fondo Editorial de Nuevo León. 316 p.